

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :  B29B 15/12		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/33623  (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. Juli 1999 (08.07.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03361  (22) Internationales Anmeldedatum: 10. November 1998 (10.11.98)		(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(30) Prioritätsdaten: 197 57 881.0 24. Dezember 1997 (24.12.97) DE  (71)(72) Anmelder und Erfinder: HAUSMANN, Joachim [DE/DE]; Käthe-Kollwitz-Strasse 9, D-67659 Kaiserslautern (DE).		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(74) Anwalt: WEBER - SEIFFERT - LIEKE; Gustav-Freytag-Strasse 25, D-65189 Wiesbaden (DE).			

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FIBER IMPREGNATION

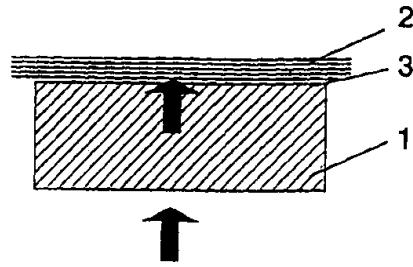
(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR FASERIMPRÄGNIERUNG

## (57) Abstract

The invention relates to a method and a device for impregnating fibrous material (2), i.e. fiber bundles, hanks, tissues or fiber mats, wherein an impregnating substance is applied on the intermediate space of the fibrous material, surrounding and/or impregnating the individual fibers. The impregnating substance is fed through holes in a feed body (1), through which the fibrous material is conveyed. The device has a feed body with holes to supply an impregnating substance. The device further comprises a conveyor device to move the fibrous material through the device or on the feed body, in addition to devices to supply the impregnating substance to the feed body. According to the invention, in order to provide a method and a device enabling thorough and homogeneous impregnation of the fibrous material, feeding occurs through a very large number of small holes covering a large surface using a substantially homogeneous, porous or permeable material for the feed body and, consequently, the feed body consists of a substantially homogeneous porous body which is permeable to the impregnating substance.

## (57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Imprägnierung von Fasermaterial (2), wie zum Beispiel Faserbündeln, Fasersträngen, Geweben oder Fasermatten, bei welchem ein Imprägniermittel in die Zwischenräume des Fasermaterials eingebracht wird und die einzelnen Fasern umhüllt und/oder durchtränkt, wobei die Zufuhr des Imprägniermittels über Öffnungen in einem Zuführkörper (1) erfolgt, über welchen das Fasermaterial hinwegbewegt wird, wobei die Vorrichtung einen Zuführkörper mit Öffnungen für die Zufuhr eines Imprägniermittels aufweist, weiterhin eine Transporteinrichtung aufweist, um das Fasermaterial durch die Vorrichtung bzw. an dem Zuführkörper vorbei zu bewegen, und Einrichtungen für die Zufuhr von Imprägniermittel zu dem Zuführkörper aufweist. Um ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche eine vollständigere und gleichmässigere Durchtränkung des Fasermaterials erreichen, wird erfindungsgemäss vorgeschlagen, dass die Zufuhr über eine sehr grosse Anzahl kleiner Öffnungen grossflächig erfolgt, indem für den Zuführkörper ein im wesentlichen homogenes, poröses bzw. permeables Material verwendet wird, und dass dementsprechend der Zuführkörper aus einem im wesentlichen homogenen, porösen Körper besteht, der für das Imprägniermittel durchlässig ist.



***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PL	Polen		
CN	China	KZ	Kasachstan	PT	Portugal		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RO	Rumänen		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SE	Schweden		
EE	Estland			SG	Singapur		

---

### Verfahren und Vorrichtung zur Faserimprägnierung

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Imprägnierung von Fasermaterial, wobei unter Fasermaterial Faserbündel oder -stränge, Gewebe oder auch Fasermatten verstanden werden, wobei in letzterem Fall die einzelnen Fasern oder Filamente in Zufallsorientierung vorliegen. Das Fasermaterial kann aus unterschiedlichen Materialien bestehen, es können Glas-, Kohlenstoff- oder Aramidfasern verwendet werden, oder Naturfaser, wie z.B. Flachs, Jute, Hanf oder Baumwollefasern oder Metallfasern, wie Stahl-, Kupfer- oder Aluminiumfasern, oder Kunststofffasern, wie z.B. Polyethylen-, Polypropylen- oder Polyamid-, Polyethylenterephthalatfasern verwendet werden. Das Tränken bzw. Imprägnieren von derartigen Fasermaterialien ist ein wesentlicher Schritt bei der Herstellung von faserverstärkten Verbundwerkstoffen, bei welchen es auf einen guten Zusammenhalt zwischen einem Matrixwerkstoff und den Fasern ankommt. Dieser gute Zusammenhalt wird nur durch eine möglichst vollständige Benetzung der Oberfläche der einzelnen Fasern ermöglicht.

Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Imprägnieren von Fasermaterial, bei welchem ein Imprägniermittel in die Zwischenräume des Fasermaterials eingebracht wird und die einzelnen Fasern umhüllt und/oder durchtränkt werden, wobei das Imprägniermittel durch einen Zuführkörper mit einer oder mehreren Öffnungen zugeführt wird, an welchen das Fasermaterial in Berührung mit dem Zuführkörper oder auch im Abstand von diesem vorbeibewegt wird.

Die entsprechende Vorrichtung zum Imprägnieren von Fasermaterial, von welcher die vorliegende Erfindung ausgeht, weist einen Zuführkörper mit einer oder mehreren Öffnungen für das Imprägniermaterial sowie Transporteinrichtungen für das Fasermaterial auf, durch welche das Fasermaterial durch die Vorrichtung hindurch bzw. an den Zuführöffnungen bzw. dem Zuführkörper vorbeibewegt wird.

Ein solches Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung sind aus der DE 38 35 574 bekannt, wobei in dieser eine Imprägnierzvorrichtung beschrieben wird, bei der ein Faserbündel über eine Düse geführt wird, wobei eine Kunststoffschnmelze mit einem erhöhten Druck quer zur Bewegungsrichtung der Faser durch das Faserbündel gedrückt wird, welches somit durchtränkt

wird. Dabei erfolgt die Imprägnierung im wesentlichen lokal durch Zusammenführen des Fasermaterials und einer Düse an einem Ort, wo aufgrund des Druckes des aus der Düse austretenden Imprägniermaterials das Faserbündel bzw. Fasermaterial relativ schnell von dem Imprägniermittel durchsetzt wird.

Daneben sind auch ein Verfahren und eine Vorrichtung bekannt, bei welchen die Zufuhr durch eine mit dem Fasermaterial mit gleicher Geschwindigkeit mitbewegte, durchlässige Tragefläche erfolgt. Ein solches Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung sind aufgrund der mitzubewegenden Tragefläche und der Abstimmung der Geschwindigkeiten des Fasermaterials und der Tragefläche relativ aufwendig.

Die Verfahren und Vorrichtungen mit lokaler Zufuhr, auch wenn die lokale Zufuhr von Imprägniermaterial mehrfach an aufeinanderfolgenden Positionen wiederholt wird, haben den Nachteil, daß die Durchtränkung des Fasermaterials oft nur ungleichmäßig und nicht vollständig erfolgt. Beispielsweise kann es im Falle von Faserbündeln geschehen, daß die Faserbündel, quer zu ihrer Längsrichtung gesehen, unterschiedlich dick sind und dadurch dem in dieser Dickenrichtung hindurchtretenden Imprägniermaterial einen sehr unterschiedlichen Strömungswiderstand entgegensezten. Das Imprägniermaterial fließt dann bevorzugt durch Bereiche mit niedrigem Strömungswiderstand, trennt dadurch die Faserbündel unter Umständen sogar auf und durchtränkt die dickeren Bündelbereiche nur schlecht.

Gegenüber diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche eine vollständigere und gleichmäßige Durchtränkung des Fasermaterials erreichen.

Hinsichtlich des Verfahrens wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß für die Zufuhr des Imprägniermittels ein Zuführkörper aus einem permeablen oder porösen Material verwendet wird, über welchen das Fasermaterial gleitend hinwegbewegt wird.

Vorzugsweise weist der permeable bzw. poröse Zuführkörper, in Fließrichtung des Imprägniermaterials gesehen, einen größeren Strömungswiderstand auf als das Fasermaterial. Es versteht sich, daß auch der Strömungswiderstand des Fasermaterials in der gleichen Richtung zu betrachten ist, in der das Imprägniermaterial durch das Fasermaterial hindurchgedrückt wird, d.h. senkrecht zu der Kontaktfläche des permeablen bzw. porösen Zuführkörpers.

Bevorzugt ist eine Ausgestaltung des Verfahrens, bei welchem die Zufuhr des Imprägniermittels unter mäßigem Druck, von zum Beispiel mindestens 10 und höchstens 500 bar bei thermoplasti-

schen Imprägniermitteln, und bei 1 bis 50 bar bei duromeren Imprägniermitteln, gemessen auf der dem Fasermaterial abgewandten Seite des porösen Zuführkörpers, erfolgt.

Weiterhin ist eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt, bei welchem die Abmessungen des Zuführkörpers, d.h. insbesondere dessen poröse Oberfläche, über welche das Fasermaterial hinwegbewegt wird, und die Geschwindigkeit der Bewegung des zu durchtränkenden Fasermaterials so aufeinander abgestimmt werden, daß ein gegebener Punkt des Fasermaterials, der mit der Kontaktfläche des Zuführkörpers in Berührung steht, für mindestens 50 Millisekunden (ms) mit dieser Kontaktfläche in Berührung bleibt, konkret also mindestens 50 ms benötigt, um über die in Bewegungsrichtung des Fasermaterials gemessene Länge der Kontaktfläche hinweg bewegt zu werden. Mit anderen Worten, wenn sich das Fasermaterial relativ zu dem Zuführkörper mit einer Geschwindigkeit von 50 mm pro Sekunde bewegt, so müßte auch die Länge der Kontaktfläche des porösen Zuführkörpers mindestens 2,5 mm betragen, beträgt die Geschwindigkeit des Fasermaterials 500 mm pro Sekunde, so müßte die entsprechende Länge des Zuführkörpers 25 mm betragen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens können problemlos duromere Imprägniermittel auf Fasern aufgebracht werden, die dann nach dem Imprägnieren der Fasern ausgehärtet werden. Überraschenderweise hat sich jedoch gezeigt, daß auch thermoplastische Materialien, welche im Vergleich zu Duromeren eine wesentlich größere Viskosität haben, durch permeable bzw. poröse Zuführkörper, die relativ kleine freie effektive Querschnitte ihrer Zuführöffnungen haben und möglicherweise auch relativ lange Zuführkanäle haben, sehr gut mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens auf die zu imprägnierenden Fasern aufgebracht werden können. Dabei hat sich überdies herausgestellt, daß die Geschwindigkeit, mit welcher das Fasermaterial sich relativ zu dem Zuführkörper bewegen kann, noch erheblich über die bereits genannten Zahlen hinaus gesteigert werden kann, da in vielen Fällen schon eine Kontaktzeit von 10 Millisekunden ausreicht, um das zu imprägnierende bzw. zu durchtränkende Fasermaterial ausreichend zu benetzen. Der Zuführkörper kann entweder entsprechend verkürzt werden oder aber die Zufuhrgeschwindigkeit des Fasermaterials kann entsprechend erhöht werden, zum Beispiel auf 1 - 5 m pro Sekunde.

Eine besondere Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens erschließt sich in Verbindung mit dem Aufbringen der imprägnierten Fasern auf Vorformen. Diese können z. B. stab- oder rohrförmig sein und die Fasern können entweder in Längsrichtung einer solchen Vorform auf diese aufgebracht werden oder aber um diese herum gewickelt werden, unter einem Winkel, der im Prinzip zwischen 0° (entsprechend Längsrichtung) und 90° (entsprechend einer Umwicklung in einer Ebene senkrecht zur Vorschubrichtung der Vorform) gewählt werden kann.

Dabei kann entweder die Vorform gedreht werden oder aber die Zufuhreinrichtung für die Fasern wird gemeinsam mit einer entsprechenden Imprägniereinrichtung um die Vorform herum gedreht, je nachdem welche Variante sich als praktisch günstiger erweist. Insbesondere wenn die Vorformen, zum Beispiel als relativ lange Rohrleitungen eine sehr große Länge haben, so ist es oftmals zweckmäßig, die Imprägnier- und Faserzufuhreinrichtungen drehbar um die Vorform anzurichten, wenn diese mit imprägniertem Fasermaterial umwickelt werden soll. Bei kürzeren Vorformen, wie zum Beispiel kurzen Rohrabschnitten oder Quadern, ist möglicherweise die umgekehrte Vorgehensweise des Drehens der Vorform zweckmäßiger.

Bei anderen Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Fasermaterial durch das Innere eines von außen mit dem Imprägniermittel beaufschlagbaren Hohlkörpers geführt, wobei der Hohlkörper aus dem erwähnten porösen bzw. permeablen Material besteht.

Dabei können die Fasern mehrstufig durch mehrere aufeinanderfolgende Hohlkörper hindurchgeführt werden, wobei auch an jedem Hohlkörper auf die bereits vorhandene, imprägnierte Faserschicht eine weitere neue Faserschicht aufgebracht und zugeführt werden kann, die beim Durchführen durch den jeweils nächsten Hohlkörper imprägniert wird.

Beim Wickeln können insbesondere auch mehrere verschiedene Fasergruppen gleichzeitig auf eine Vorform aufgewickelt werden, wobei durch diese Vorgehensweise entweder eine größere Wickelbreite erreicht wird, so daß die Vorschubgeschwindigkeit der Vorform erhöht werden kann, oder aber mehrere Lagen von Fasern unmittelbar nachfolgend aufeinander gewickelt werden. Es versteht sich, daß die Fasergruppen dabei auch jeweils verschiedene Fasermaterialien aufweisen können.

Einer Wickel- bzw. Aufspringvorrichtung schließt sich zweckmäßigerweise eine entsprechende Einrichtung an, die im Falle von duromeren Imprägniermitteln im allgemeinen eine Heizeinrichtung, eine Bestrahlungseinrichtung oder dergleichen zum Aushärten des duromeren Materials sein kann, während im Falle eines thermoplastischen Materials lediglich ein Abstreifen, Nachformen und Abkühlen erfolgt.

Hinsichtlich der Vorrichtung wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe dadurch gelöst, daß der Zuführkörper aus einem im wesentlichen homogenen, porösen bzw. permeablen Körper besteht. Vorzugsweise ist der Strömungswiderstand des Zuführkörpers für das Imprägniermaterial größer als der Strömungswiderstand des Fasermaterials senkrecht zur Kontaktfläche des Zuführkörpers. Unter einem im wesentlichen homogenen, porösen bzw. permeablen Körper wird dabei ein Zuführkörper verstanden, dessen Material durchgehend, d.h. jeweils bei

Betrachtung von Bereichen, die deutlich größer sind als die Poren oder Öffnungen des Materials, die gleichen chemischen und physikalischen Eigenschaften hat. Zweckmäßigerweise sollten die Öffnungen oder Porengrößen in dem Material des Zuführkörpers ebenfalls möglichst homogen verteilt und gleich groß sein, d.h. die Größenverteilung der einzelnen Poren sollte nur eine geringe Schwankungsbreite aufweisen. Außerdem sollte ein solches poröses Material selbstverständlich offenporig sein, damit die gewünschte Durchlässigkeit gegeben ist. Zum Beispiel kann der Zuführkörper aus einem Sintermaterial bestehen, welches durch Zusammensintern eines Granulates, vorzugsweise mit einer Korngröße von weniger als 1 mm, hergestellt wird. Die mittlere Öffnungsgröße der einzelnen Poren sollte vorzugsweise 0,2 mm im Durchmesser nicht übersteigen, wobei dieses gegebenenfalls auch die Verwendung eines entsprechend feinkörnigeren Sintermaterials erfordert.

Statt aus einem porösen Material oder Sintermaterial könnte der permeable bzw. poröse Zuführkörper zum Beispiel auch aus mehreren Lagen eines ausreichend dichten Gewebes oder Netzes bestehen, welches vorzugsweise aus Einzelfilamenten hergestellt ist, die zweckmäßigerweise von dem Imprägniermaterial nur schlecht benetzbar sind. Ebenso könnte eine Lochplatte oder dergleichen vorgesehen sein. Eine derartige Lochplatte könnte durch viele feine Bohrungen in einem Material, wie Metall, Keramik oder Kunststoff, realisiert werden. Dabei liegt der Durchmesser der Bohrung vorzugsweise zwischen 1 und 5000  $\mu\text{m}$ , bevorzugt zwischen 10 und 1000  $\mu\text{m}$  und ihr Abstand zueinander liegt bei 1 - 1000  $\mu\text{m}$ . Das bevorzugte Längen- zu Durchmesserverhältnis der Bohrungen liegt zwischen 0,05 - 2000, vorzugsweise zwischen 0,1 und 1000, insbesondere zwischen 0,5 und 100.

Außerdem sollte der Zuführkörper vorzugsweise aus einem Material bestehen, an welchem das Imprägniermittel nur schlecht haftet oder welches gegen Lösungsmittel für das Imprägniermaterial chemisch beständig ist.

Zweckmäßig kann es außerdem sein, wenn die Kontaktfläche des Zuführkörpers bewußt als Oberfläche mit geringer Gleitreibung für das Fasermaterial ausgestaltet wird. Zum Beispiel könnte die Oberfläche des porösen Körpers, die mit dem Fasermaterial in Kontakt tritt, poliert sein. Wahlweise könnte diese Oberfläche auch mit einem geeigneten Gleitmaterial beschichtet und zum Beispiel galvanisiert sein, um die Reibung zwischen dem Fasermaterial und der Oberfläche des porösen Zuführkörpers zu verringern. In vielen Fällen gewährleisten jedoch auch die mehr oder weniger abrasiven Fasermaterialien, daß eine anfänglich rauhe Oberfläche eines Sinterkörpers oder sonstigen permeablen Körpers nach relativ kurzer Zeit "eingeschliffen" bzw. poliert wird.

Die Dicke des porösen Zuführkörpers sollte groß sein gegen die Dicke des zu durchtränkenden Fasermaterials und mindestens das Doppelte der letzteren Dicke betragen, jeweils gemessen in Strömungsrichtung des Imprägniermaterials, damit der wesentliche Druckabfall entlang des porösen Körpers auftritt, und die Benetzungsfront in dem Fasermaterial möglichst gleichmäßig durch die Dicke des Fasermaterials fortschreitet, auch wenn die Fasern in dem Fasermaterial unterschiedlich dicht angeordnet sind.

Die entsprechende Vorrichtung weist im einzelnen die Einrichtungen auf, die zur Durchführung der oben erwähnten Verfahrensschritte notwendig sind. Eine der Varianten der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht in der Ausgestaltung eines porösen bzw. permeablen Zuführkörpers als Hohlkörper, wobei die Fasern durch das Innere dieses Hohlkörpers hindurchgeführt werden und der Hohlkörper von außen mit Imprägniermittel beaufschlagt wird, welches die Wand des Hohlkörpers nach innen hindurchdringt. Zweckmäßigerverweise ist der Einlaufbereich eines solchen, im wesentlichen zylindrischen oder auch anderweitig profilierten Hohlkörpers mit einem in Faserlaufrichtung konvexen, d.h. mehr oder weniger trichterförmigen oder trompetenförmigen Einlaufbereich ausgestaltet.

Zum Aufbringen des Fasermaterials auf eine Vorform ist in einer bevorzugten Variante der Erfindung eine Halterung für die Vorform vorgesehen, welche relativ zu einer Imprägniereinrichtung entlang einer Achse bewegbar ist. Dabei können die imprägnierten Fasern in Längsrichtung auf die Vorform aufgebracht werden. Wenn die Vorform gleichzeitig gedreht wird, wofür in einer entsprechenden Ausführungsform eine entsprechende Dreheinrichtung vorgesehen ist, werden die Fasern auf die Vorform aufgewickelt, und zwar unter einem Winkel relativ zu der Vorschubrichtung der Vorform, dessen Tangens dem Verhältnis der Drehgeschwindigkeit am Umfang der Vorform zu der Vorschubgeschwindigkeit entspricht und der damit im wesentlichen zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  einstellbar ist. Anstatt die Vorform zu drehen, was unter Umständen bei sehr langen Vorformen, die im Prinzip als Endlosmaterial hergestellt werden, Schwierigkeiten bereiten könnte, kann auch eine Wickelvorrichtung vorgesehen sein, bei welcher eine Faserzufuhreinrichtung zusammen mit der entsprechenden Imprägniereinrichtung um die Vorform herum drehbar angeordnet ist.

Es können auch mehrere Faserzufuhreinrichtungen unabhängig voneinander oder gemeinsam miteinander um die Vorform drehbar vorgesehen sein. Unabhängig drehbare Faserzufuhreinrichtungen erlauben es, verschiedene Lagen von Fasern unter unterschiedlichen Winkeln relativ zur Vorschubrichtung auf die Vorform aufzubringen. Mehrere Faserzufuhreinrichtungen können jeweils eine eigene Imprägniereinrichtung haben, die gemeinsam mit der Zufuhreinrichtung drehbar ist, gegebenenfalls kann jedoch auch eine gemeinsame Imprägniereinrichtung

vorgesehen werden, wenn die Faserzufuhreinrichtungen sich gemeinsam drehen und auch die Imprägniervorrichtung entsprechend drehbar vorgesehen ist.

In der bevorzugten Ausführungsform ist der poröse bzw. permeable Körper ein Sintermaterial, hergestellt aus einem Sinterpulver mit Korngrößen im Bereich zwischen 0,1 und 1000  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise im Bereich zwischen 10 und 500  $\mu$ . Die Dicke eines solchen porösen Sinterkörpers sollte in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mindestens 1 mm, besser 2 und besonders bevorzugt mehr als 5 mm betragen. Daraus ergeben sich effektive Zuführkanäle durch den porösen Sinterkörper, deren Länge zu Durchmesserverhältnis (wobei hier ein mittlerer Durchmesser der Kanäle zugrunde gelegt wird) in der Größenordnung von 10 bis 1000 liegt. Das genaue Verhältnis von Länge zu Durchmesser und auch des absoluten mittleren Durchmessers der Zuführkanäle hängt sehr stark von dem verwendeten Imprägniermittel ab, wobei sehr zähflüssige Materialien tendentiell einen größeren freien Zuführquerschnitt durch die einzelnen Kanäle bilden. Insbesondere könnte ein permeabler Körper auch zum Beispiel dadurch hergestellt werden, daß eine entsprechende metallische Platte oder sonstwie geformter Zuführkörper mit Hilfe eines Lasers mit sehr feinen Bohrungen von weniger als 1 mm Durchmesser versehen wird, zum Beispiel mit Bohrungen von 0,2 bis 0,5 mm Durchmesser. Es könnten auch mehrere Netze, Gitter oder Gewebe aus Metall oder anderen Materialien als poröse, permeable Zuführkörper verwendet werden.

Überraschenderweise hat sich herausgestellt, daß poröse Sinterkörper, die aus Sinterkorn mit einem mittleren Durchmesser von weniger als 500  $\mu\text{m}$  hergestellt werden, sogar für die Imprägnierung mit thermoplastischen Materialien hervorragend geeignet sind, auch wenn die effektiven Zuführkanäle ein Länge-zu-Durchmesser-Verhältnis in der Größenordnung von 100 haben. Dies liegt unter anderem vermutlich daran, daß diese hochviskosen, thermoplastischen Materialien im Regelfall sogenannte nicht-Newton'sche Flüssigkeiten sind, d.h. ihre Viskosität veränder sich mit den jeweiligen Strömungsbedingungen und kann bei hohen Relativgeschwindigkeiten auch abnehmen.

Nach dem Grundgedanken der Erfindung wird ein Fasermaterial, d.h. ein oder mehrere Faserbündel bzw. ein Gewebe oder auch eine Fasermatte, über ein permeables oder poröses Material bzw. einen permeablen oder porösen Körper geführt. Die Fasern und der poröse Körper stehen miteinander in Kontakt, wobei dies entweder durch Anlage eines Gegenkörpers, zum Beispiel einer Andruckwalze oder eines Andruckschuhes, oder aber durch Erzeugen einer entsprechenden Spannung in dem Fasermaterial und durch geeignete Formgebung des porösen Körpers und eine angepaßte Führung des Fasermaterials erreicht werden kann. Durch den porösen Körper wird ein Fluid bzw. eine Schmelze hindurch gefördert. Auf der Austrittsseite

der Schmelze bzw. des Fluids, wo das Fasermaterial mit dem porösen Körper in Kontakt steht, dringt die Schmelze bzw. das Fluid unmittelbar in das Fasermaterial ein und es findet eine Durchtränkung statt. Im Gegensatz zum Stand der Technik findet hier die Durchtränkung bzw. Imprägnierung kontinuierlich während der gesamten Laufzeit des Materials über die Oberfläche des porösen Körpers hinweg statt. Gleichzeitig findet auch eine Relativbewegung zwischen dem Fasermaterial und dem porösen Körper statt. Das erfindungsgemäße Verfahren und die entsprechende Vorrichtung eignen sich nicht nur für niedrig viskose Fluide oder Schmelzen, sondern können auch für höher viskose Materialien passend ausgestaltet werden, indem zum Beispiel der Zuführdruck erhöht wird und/oder Durchlässigkeit und erforderlichenfalls die Porengröße des porösen bzw. permeablen Körpers vergrößert wird. Bei der Funktionsweise der vorliegenden Erfindung scheint sich insbesondere die relativ lange Kontaktzeit des unter einem leichten Druck kontinuierlich austretenden Fluids bzw. der Schmelze und dem Fasermaterial günstig auszuwirken, welches auf diese Weise sehr gleichmäßig durchtränkt werden kann.

Es versteht sich, daß verschiedene Merkmale der genannten und noch zu beschreibenden Ausführungsformen voneinander unabhängig sind und auch bei Verfahren und Vorrichtung ohne Verwendung eines Zuführkörpers mit einer großen Anzahl kleiner Öffnungen anwendbar sind. Dies gilt zum Beispiel für die später noch genauer zu beschreibenden Wickelvorrichtungen, die Zuführung von Imprägniermittel in einem Hohlkörper von außen nach innen und andere Merkmale, die für den Fachmann als von dem speziellen Zuführkörper unabhängig erkennbar sind.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform und der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

- Figur 1 schematisch einen Längsschnitt durch einen porösen Körper und ein darüber hinweggeführtes Fasermaterial,
- Figur 2 eine Querschnittsansicht des porösen Körpers gemäß der Erfindung,
- Figur 3 eine Schnittansicht durch eine zylindrische Zufürtrommel mit darüber hinweggeführtem Fasermaterial
- Figur 4 eine alternative Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Andruckelementen,
- Figuren 5 bis 7 eine weitere Ausführungsform eines im wesentlichen zylindrischen Zuführkörpers in verschiedenen Ansichten,
- Figur 8 eine doppelte Imprägnierzuführung mit einer anschließenden Wickelvorrichtung,
- Figur 9 eine Ausführungsform ähnlich Figur 8, jedoch mit einer einfachen Imprägnier-

einrichtung und einer Bestrahlungseinrichtung 8.

Figur 10 schematisch das Herstellungsverfahren der sogenannten Pultrusion,

Figur 11 einen Ausschnitt aus einer Imprägnievorrichtung ähnlich Figur 7,

Figur 12 einen Schnitt durch das in Figur 10 mit 16 bezeichnete Pultrusionswerkzeug,

Figur 13 ein ähnliches Pultrusionswerkzeug im Längsschnitt,

Figur 14 eine Wickelvorrichtung in einer Seitenansicht mit drei Fasergruppen und getrennten Imprägniereinrichtungen und

Figur 15 eine Wickelvorrichtung im Querschnitt mit drei Fasergruppen und getrennten Imprägniereinrichtungen und

Figur 16 eine Ausführungsform ähnlich der Figuren 14 und 15, jedoch mit einer gemeinsamen Imprägniereinrichtung für alle drei Fasergruppen.

Man erkennt in Figur 1 schematisch in einem Längsschnitt einen porösen Imprägnierkörper 1 und ein über den porösen Körper 1 hinweggeführtes Fasermaterial 2. Dabei gleitet das Fasermaterial 2 entlang der Kontaktfläche 3 auf dem porösen Grundkörper entlang. Diese Kontaktfläche 3 kann speziell für die darauf gleitenden Fasern ausgebildet sein, d.h. sie kann insbesondere poliert oder beschichtet sein, um ein Aufreißen oder Hängenbleiben der einzelnen Fasern an den einzelnen Öffnungen oder Poren zu vermeiden. Die Kontaktfläche kann aber auch unbehandelt bleiben, insbesondere wenn relativ harte, abrasive Fasern verwendet werden, die schon nach sehr kurzem Hinweggleiten über eine entsprechende Kontaktfläche dieselbe einschleifen und glätten. Der poröse Körper 1 ist vorzugsweise ein Sinterkörper, d.h. er ist vorzugsweise aus einem feinkörnigen Granulat zu einem massiven Teil zusammengesintert.

Durch schwarze Pfeile wird die Strömungsrichtung eines Fluids, zum Beispiel einer Polymerschmelze, angedeutet, welche von unten her den porösen Körper 1 durchdringt und dann entlang der Kontaktfläche 3 in das Fasermaterial 2 eindringt. Unter der Annahme, daß das Fasermaterial 2 sich in Figur 1 von links nach rechts fortbewegt, würde im linken Bereich der Figur 1, der zum Beispiel dem Beginn des porösen Körpers 1 entspricht, zunächst nur die unterste Schicht von Fasern aus dem Fasermaterial 2 von dem Imprägniermittel erfaßt und durchtränkt, wobei die Eindringfront der Schmelze oder sonstigen Imprägnierfluids mit der Zeit immer weiter in Richtung der Pfeile fortschreitet, wobei sich gleichzeitig auch das Fasermaterial nach rechts bewegt, so daß im Ergebnis die Durchdringungsfront von links nach rechts ansteigt und schließlich das gesamte Fasermaterial 2 erfaßt hat.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch ein auf einem porösen Körper 1 geführtes Fasermaterial 2 aus mehr oder weniger parallelen Fasern. Wie man erkennt, sind die Fasern im Bereich B

höher und zu einer dickeren Schicht gepackt als im Bereich A. Die Durchdringung des Fasermaterials 2 mit von unten durch den porösen Körper eindringendem Imprägniermittel erfolgt dennoch sehr gleichmäßig, insbesondere wenn der durch den porösen Körper 1 bereitgestellte Strömungswiderstand deutlich größer ist als der Strömungswiderstand, den das Faserbündel, und auch insbesondere dessen dickerer Bereich B bietet.

Figur 3 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einem zylindrischen, porösen Körper 1, der einen zylindrischen Hohlraum aufweist, welcher mit einer unter Überdruck stehenden Schmelze oder sonstigen Imprägnierflüssigkeit 4 gefüllt ist.

Durch die Führung eines Fasermaterials 2 mit Hilfe von Führungselementen in Form einer Rolle oder Walze 7 über einen Abschnitt der zylindrischen Oberfläche des porösen Körpers 1 erreicht man zum einen eine relativ lange Anlagestrecke, eine entsprechend große Verweildauer des Fasermaterials in Kontakt mit dem nachgelieferten Imprägniermittel und eine Anlage des Fasermaterials an der Oberfläche des porösen Körpers 1 unter einer, vorzugsweise einstellbaren, Spannung des Fasermaterials.

Durch die Relativbewegung und das gleichmäßige, großflächige Nachströmen der Flüssigkeit wird dieses Material zwischen den Fasern sowohl in Längs- als auch in Querrichtung sehr gleichmäßig und homogen verteilt und die Fasern werden hierdurch vollständig benetzt.

Wahlweise kann der hohlzylindrische Körper 1 auch um seine zentrale Achse drehbar vorgesehen sein, auch entgegen der Laufrichtung der Fasern, um unabhängig von der Verweildauer des Fasermaterials 2 auf dem sich über 180° erstreckenden, zylindrischen Bogen die Relativgeschwindigkeit zwischen der Oberfläche des zylindrischen, porösen Körpers 1 und dem Fasermaterial 2 unabhängig einstellen zu können, um eine optimale Durchdringung zu erzielen.

Figur 4 zeigt schematisch Alternativen oder Ergänzungen zu der Ausführungsform gemäß Figur 3. Während in Figur 3 das Fasermaterial 2 aufgrund seiner Eigenspannung oder aufgebrachten Spannung fest an der Oberfläche des zylindrischen, porösen Körpers 1 anliegt, wozu auch die Rolle oder Walze 7 und gegebenenfalls eine Aufwickelvorrichtung an einem Ende und eine Bremseinrichtung für das Fasermaterial 2 an dem anderen Ende vorgesehen sein können, die jedoch in Figur 3 nicht dargestellt sind, sieht die Ausführungsform gemäß 4 alternativ einen Andruckschuh 5 und/oder eine Andrückwalze 6 vor. Andruckschuh 5 und Andrückwalze 6 sind vorzugsweise elastisch federnd und in Richtung auf das Fasermaterial 2 vorgespannt gelagert. Auf diese Weise vermeidet man, daß ein erheblicher Teil des Imprägniermittels durch Abheben

des Fasermaterials 2 von der Oberfläche des porösen Körpers 1 seitlich herausquillt und ungenutzt bleibt. Der hier nur schematisch wiedergegebene poröse Körper 1 kann sowohl eine ebene Oberfläche aufweisen als auch eine zylindrisch gekrümmte Oberfläche aufweisen, wie im Ausführungsbeispiel der Figur 3, wobei ein Andruckschuh 5 gegebenenfalls der entsprechenden Krümmung der Zylinderoberfläche, gegebenenfalls mit einem geringfügig größerem Radius, anzupassen wäre.

In Figur 5 erkennt man in der Seitenansicht wiederum einen im wesentlichen zylindrischen Zuführkörper 51, welchem ein Strang aus Fasermaterial 2 zugeführt wird. Dabei ist zu beachten, daß das Fasermaterial 2 gleitend über die Oberfläche des zylindrischen Zuführkörpers 51 hinweg bewegt wird, der im Schnitt einen Aufbau hat, wie er in Figur 6 erkennbar ist. Konkret besteht der Zuführkörper 51 aus einem Ring 23 aus einem porösen bzw. permeablen Material, im vorliegenden Fall aus einem Sintermaterial, wobei dieser Ring von zwei Endflanschen 27 umschlossen wird, die auch den Umfang des Ringes 23 in der Nähe seiner Stirnseiten umgreifen. In Figur 7 ist ein Ausschnitt aus Figur 6 nochmals im Detail dargestellt. Man erkennt, daß der Ring 23 noch eine umlaufende Führungsnuß 28 für die Aufnahme und Führung eines Fasermaterials 2 hat. Das Imprägniermittel 4 wird, wie man auch in Figur 7 erkennt, zentral durch einen der Flansche 27 und in das Innere des von dem Ring 23 und den Flanschen 27 umschlossenen Hohlraumes hineingepumpt, und zwar unter einem Druck, der je nach dem verwendeten Imprägniermittel in weiten Bereichen zwischen wenigen bar und mehreren hundert bar variieren kann. Das Imprägniermittel aus dem Hohlraum durchdringt den porösen Körper 23 und wird aufgrund der Relativbewegung zwischen dem Fasermaterial 2 und der Oberfläche des Ringes 23 unmittelbar von den Austrittsöffnungen auf der Außenfläche des Ringes 23 abgestreift und durchnetzt auf diese Weise in sehr effektiver Weise das Fasermaterial 2. Dabei hat sich herausgestellt, daß im Falle der Verwendung von Sintermaterial für den porösen Ring 23 ohne Oberflächenbehandlung zwar dessen Oberfläche zunächst relativ rauh ist und das Fasermaterial 2 unter Umständen beschädigt, jedoch wird die Oberfläche dieses porösen Sinterkörpers 23 nach relativ kurzer Zeit allein durch das Fasermaterial 2 geglättet, insbesondere wenn sie aus einem harten, relativ abrasivem Material bestehen, wie zum Beispiel Glasfasern oder auch Kohlenstofffasern. Die Oberfläche des Ringes 23, soweit sie mit dem Fasermaterial 2 in Berührung kommt, ist dann in kurzer Zeit so poliert, daß eine Beschädigung der Fasern nicht mehr auftritt, diese aber nach wie vor in sehr effektiver Weise auch bei relativ kurzen Kontaktzeiten und hohen Relativgeschwindigkeiten zwischen Fasern und Ring 23 gut benetzt werden.

In Figur 8 sind zwei derartige Imprägnierkörper 1 in Form von Ringen 23 dargestellt, über welche das zu imprägnierende Fasermaterial 2 S-förmig hinweggeführt wird, um eine besonders

effektive Benetzung von beiden Seiten des Faserstranges her zu erhalten. Eine solche Variante ist insbesondere dann zweckmäßig, wenn das Fasermaterial 2 relativ dick ist und möglicherweise von einer Seite her nicht genügend schnell durchtränkt werden kann. Das Fasermaterial 2 wird nach dem Imprägnieren über eine Rolle oder Walze 7 geführt, und von dort auf eine rotierende, zylindrische Vorform 25 gelenkt. Dabei kann entweder die Führungsrolle 7 zusammen mit oder ohne den Imprägnierkörper in axialer Richtung bewegbar sein, um unterschiedliche Abschnitte der Vorform 25 zu überstreichen, stattdessen kann jedoch auch die Vorform 25 in ihrer Längsrichtung an der Zuführrolle 7 vorbei bewegbar sein. Die gesamte Einrichtung ist in einem heizbaren Gehäuse 10 angeordnet, um ein thermoplastisches Zuführmaterial während des Imprägnierens und auch noch während des Aufwickelns auf die Form genügend flüssig bzw. plastisch verformbar zu halten.

In Figur 9 ist nur ein einzelner Imprägnierkörper 1 vorgesehen, über dessen Oberfläche ein Fasermaterial 2 zum Imprägnieren hinweggeführt wird. Es versteht sich, daß die in den Figuren im allgemeinen zylindrisch dargestellten Zuführkörper nicht notwendigerweise einen zylindrischen Querschnitt haben müssen, da das Fasermaterial immer nur über einen begrenzten Umfangsabschnitt dieser Zylinder hinweggeführt wird, jedenfalls wenn die Zylinder insbesondere nicht drehbar vorgesehen sind. Allerdings könnte man nach dem Verschleiß einiger Oberflächenabschnitte die Zuführzylinder jeweils so weit drehen, daß eine neue, noch nicht verschlissene Oberfläche des zylindrischen Zuführkörpers 1 mit dem Fasermaterial 2 in Kontakt tritt.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 9 sind außerdem noch zwei Strahler 8 vorgesehen, durch welche die Oberfläche der bewickelten Vorform bestrahlt wird, dabei kann es sich um UV-Bestrahlung oder auch um Wärmestrahlung handeln, durch welche zum Beispiel ein duromeres Imprägniermittel nach dem Aufwickeln auf die Vorform 25 ausgehärtet wird oder ein thermoplastisches Imprägniermittel flüssig bzw. plastisch vorformbar gehalten wird. Die Heiz- bzw. Bestrahlungseinrichtungen 8 können gegenüber dem gerade aufgewickelten Strangabschnitt in axialer Richtung versetzt sein.

In Figur 10 sind schematisch ein Verfahren und eine Vorrichtung dargestellt, die in der Fachwelt mit Pultrusion bzw. Pultrusionsvorrichtung bezeichnet werden. Die entsprechende Vorrichtung besteht aus einer Faserzuführeinrichtung 21, einer Imprägniereinrichtung 1, einem Vorrat an Imprägniermittel 33, welches über eine Leitung 24 der Imprägnierzvorrichtung 1 zugeführt wird, einem Konsolidierungs- und/oder Formungswerkzeug 16, auch als Pultrusionswerkzeug bezeichnet, und einer Zugvorrichtung 38 in Form von zwei Rollen oder Walzen, durch welche das imprägnierte und geformte Fasermaterial 2 hindurchgezogen wird. Es versteht sich, daß die

Imprägnievorrichtung S1 auch unmittelbar mit dem Formungswerkzeug 16 verbunden werden kann.

Die Imprägnievorrichtung 1 ist beispielhaft in Figur 11 dargestellt. Ein Zuführkörper 23' kann ähnlich ringförmig mit Flanschen 27' aufgebaut sein wie zum Beispiel im Falle der in den Figuren 5 bis 9 dargestellten Variante, kann aber auch eine abweichende Form haben.

Das imprägnierte Fasermaterial 2 wird anschließend durch das Pultrusionswerkzeug 16 hindurchgeführt, dessen Querschnitt beispielhaft in Figur 12 dargestellt ist. Es versteht sich, daß der Kern 22 eine aus dem äußeren Zylinder 11 herauszuführende Halterung aufweisen muß, die sich entweder axial durch den gesamten Kern des Materials 2 und auch durch die Imprägnievorrichtung 1 hindurch erstreckt, oder aber seitlich aus dem Material 2 herausgeführt wird, wobei am Eingang des Pultrusionswerkzeuges 16 zusätzliche Führungseinrichtungen vorgesehen werden können, welche die Fasern des Materials 2 auf eine gleichmäßige Verteilung um den Kern 22 herum zwingen. Es versteht sich, daß der Innenquerschnitt des Zylinders 11 und auch der Außenquerschnitt des Kernes 22 nicht notwendigerweise kreisförmig sein müssen und daß man auf diese Weise dem imprägnierten Faserbündel, welches durch den Zwischenraum 12 zwischen Kern 22 und Mantel 11 verläuft, eine entsprechende Querschnittsform mitgegeben werden kann. Das entsprechend geformte Fasermaterial 2 wird durch ein Zugwerkzeug in Form zweier Walzen 38 geführt, deren Außenfläche selbstverständlich ebenfalls dem Außenquerschnitt des geformten Fasermaterials 2 angepaßt werden kann.

In Figur 13 erkennt man im Längsschnitt ein Pultrusionswerkzeug 16', welches einen hohen, ringförmigen Zuführkörper 31 aufweist, dessen poröse Innenwand 32 auf der Einlaufseite konvex gewölbt ist und somit in diesem Einlaufbereich eine Trichter- bzw. Trompetenform hat. Eine im Querschnitt L-förmige Außenwand 39 schließt einen Hohlraum 34 für die Aufnahme eines Imprägniermittels bzw. einer Schmelze nach außen dicht ab. Eine Zuführleitung bzw. ein Extruder 37 versorgt den Hohlraum 34 mit unter Druck stehendem Imprägniermittel, das durch die in der porösen Innenwand 32 ausgebildeten Zuführkanäle in Richtung der äußeren Oberfläche 3 dieser Wand 32 gepreßt wird und dort von den Fasern eines Fasermaterials 2 aufgenommen wird. Das Fasermaterial 2 verläuft von außen kommend konvergent in die Einlaufseite des Zuführkörpers 31 und an dessen konvex gewölbt Innenfläche 3 entlang. Durch das Innere des Zuführringes 31 erstreckt sich zentral ein Kern oder Dorn 22, so daß das Fasermaterial 2 zwischen dessen Außenfläche und der Oberfläche der Innenwand 32 des Ringes 31 in engem Kontakt mit dieser Oberfläche laufen muß. Ein an den Zuführring 31 anschließender Kalibrierring 36 glättet die Außenfläche des mit Schmelze bzw. Imprägniermittel durchtränkten Fasermaterials 2, so daß auf der linken Seite jenseits des Kernes 22 das

durchtränkte Fasermaterial 2 ein Rohr 40 bildet.

Anstelle eines Kernes 22 könnte sich im übrigen auch eine Vorform durch den Zuführring 31 erstrecken und zusammen mit den Fasern durch den Zuführring 31 hindurchbewegt werden, die auf diese Weise auf der Vorform aufgebracht werden könnten. Es versteht sich, daß unabhängig davon auch weitere Faserschichten vorher oder nachher auf die Vorform bzw. auf die bereits mit Fasern beschichtete Vorform aufgewickelt werden könnten.

In Figur 14 ist eine Wickelvorrichtung für das Aufbringen einer Wicklung auf eine stab- oder zylinderförmige Vorform dargestellt. Die Vorform 25 wird entsprechend dem Pfeil A von links nach rechts durch die Vorrichtung hindurchbewegt. Dabei wird Fasermaterial 2, welches über Imprägniereinrichtungen 51 mit dem Imprägniermittel durchtränkt wird, auf die Vorform 25 aufgewickelt. Das Imprägniermittel wird aus einem Vorratsbehälter oder Extruder 43 über eine Drehdurchführung 13 den einzelnen Imprägniereinrichtungen 51 zugeführt. Ein Drehantrieb 14 dreht die Drehdurchführung 13, die gleichzeitig als Halterung der drehbar aufgehängten Zuführungen 1 für das Fasermaterial 2 dient, um die Achse der Vorform 25 herum, die durch den Kalibrierring 36 gezogen werden kann. Die Kalibrierung kann mit entsprechender Heizung für eine Kalibrierung 36 benutzt werden, wobei durch eine entsprechende Kühlung auch eine Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgen kann. Dies gilt insbesondere für thermoplastische Imprägniermittel. Für duroplastische Imprägniermittel kann die Kalibrierung 36 für die Aushärtung des Imprägniermittels durch Wärme oder Strahlung genutzt werden.

In Figur 15 ist dieselbe Einrichtung nochmals in einem Schnitt durch die Wickelvorrichtung in der Draufsicht von rechts zu erkennen. Man erkennt in der Mitte die Vorform 25 in Form eines Rohres, die axial, d.h. senkrecht zur Papierebene, durch eine rotierende Drehdurchführung 13 hindurchgeführt wird. Die Drehdurchführung 13 mit bevorratetem Fasermaterial 2 und Imprägniervorrichtung 51 drehen um die Vorform 25. Diese Einrichtung kann sich in einer beheizten Kammer 10 befinden.

Dabei wird das Imprägniermittel 4 über die Zuleitungen 24 in die Imprägniervorrichtungen 51 verteilt. Das Fasermaterial 2, das durch eine Spannvorrichtung 15 gebremst werden kann, um so ein Aufliegen des Fasermaterials 2 auf den porösen bzw. permeablen Teil 1 der Imprägniervorrichtung 51 zu gewährleisten.

In Fig. 16 ist die Wickelvorrichtung nochmals in der Draufsicht zu erkennen, wobei im Gegensatz zu der Darstellung in Fig. 15 nur eine Imprägniervorrichtung 51 vorliegt, wobei das Fasermaterial 2, das durch eine Spannvorrichtung 15 gebremst werden kann, und umgeleitet

durch die Umlenkvorrichtungen 7, durch eine einzelne Imprägnievorrichtung 51 geführt wird. Dabei kann das beheizte Gehäuse 10 nur den Bereich abdecken, wo das imprägnierte Fasermaterial 2 auf den zu umwickelnden Körper trifft. Durch die Ausgleichsmasse 18 kann ein schnelles und gleichmäßiges Rotieren der Wickelvorrichtung gewährleistet werden.

Bezugszeichenliste

- 1 poröser Imprägnierkörper
- 2 Fasermaterial
- 3 Kontaktobерfläche Imprägnierkörper
- 4 Imprägnierflüssigkeit
- 5 Umlenkrollen
- 5 Andruckschuh
- 6 Andrückwalze
  
- 1 zylindrischer Zuführkörper
- 2 Fasermaterialstrang
- 3 Ring aus porösem Material
  
- 7 Endflansche
  
- 1 Imprägnierringe oder -zylinder
- 7 Rolle bzw. Walze/Führungsrolle
  
- 10 Gehäuse
  
- 1 Zuführzylinder
- 3 Zuführkörper
  
- 8 Strahler
  
- 5 Vorform
  
- 1 Faserzuführeinrichtung
- 12 Imprägniereinrichtung
- 13 Imprägniermittel (Vorrat)
- 14 Leitung
- 16 Konsolidierungs- und/oder Formungswerkzeug
- 18 Zugvorrichtung
- 17 konsolidierter bzw. geformter Faserstrang
- 5 imprägnierter Faserstrang
- 6 Pultrusionswerkzeug
- 3 Zuführkörper
  
- 12 Kern
- 11 äußerer Zylinder
- 15 Strang
- 21 Zwischenraum
- 3 Vorratsbehälter f. Imprägniermittel
  
- 13 Drehdurchführung
- 14 Drehantrieb

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Imprägnieren von Fasermaterial, wie zum Beispiel Faserbündeln, Fasersträngen, Geweben oder Fasermatten, bei welchem ein Imprägniermittel in die Zwischenräume des Fasermaterials eingebracht wird und die einzelnen Fasern umhüllt und/oder durchtränkt, wobei die Zufuhr des Imprägniermittels über Öffnungen in einem Zuführkörper erfolgt, über welchen das Fasermaterial hinwegbewegt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Zufuhr über eine sehr große Anzahl kleiner Öffnungen großflächig erfolgt, indem für den Zuführkörper ein im wesentlichen homogenes, poröses bzw permeables Material verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchströmungswiderstand des porösen bzw. permeablen Körpers (1) für das Imprägniermittel größer ist als der Durchströmungswiderstand durch das Fasermaterial (2) quer zu dessen Bewegungsrichtung.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Imprägniermittel auf der dem Fasermaterial abgewandten Seite des Zuführkörpers unter einem Überdruck von mindestens einem Bar zugeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Fasermaterial (2) und dem porösen Zuführkörper (1) in Abhängigkeit von der Länge der Kontaktfläche zwischen Fasermaterial und Zuführkörper derart eingestellt wird, daß beim Hinwiegeln über den porösen Körper die Kontaktzeit eines beliebigen Punktes des Fasermaterials auf der Oberfläche bzw. dem Zuführbereich des porösen Körpers mindestens 10 Millisekunden beträgt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß auf der dem Zuführkörper gegenüberliegenden Seite des Fasermaterials anhaftendes Imprägniermittel nach dem Passieren des Zuführkörpers abgestreift wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein duromeres Kunststoffmaterial als Imprägniermittel verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein

thermoplastisches Kunststoffmaterial als Imprägniermittel verwendet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial nach dem Imprägnieren auf eine Vorform aufgebracht wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Vorform ein rohr- oder stabförmiges Element verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern im wesentlichen parallel zur Längsrichtung des rohr- oder stabförmigen Körpers auf diesen aufgebracht werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern unter einem Winkel von  $> 0$  und maximal  $90^\circ$  zur Längsachse des rohr- oder stabförmigen Körpers auf diesen aufgewickelt werden.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Fasermaterial durch das Innere eines von außen mit dem Imprägniermittel beaufschlagten Hohlkörper und in Wandberührung mit diesem hindurchgeführt werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Imprägnierstufen hintereinander angeordnet sind und bereits imprägnierte Fasern aus einer ersten Imprägnierstufe innerhalb von Fasern geführt werden, die in einer zweiten oder weiteren Imprägnierstufe durch einen weiteren Hohlkörper hindurchgeführt und imprägniert werden.
14. Verfahren nach Anspruch 8 oder einem der auf Anspruch 8 rückbezogenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorform ihrerseits aus einem imprägnierten und gegebenenfalls konsolidierten Fasermaterial besteht.
15. Verfahren nach Anspruch 8 oder einem der auf Anspruch 8 rückbezogenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorform relativ zu einer stationären Wickelvorrichtung, durch welche imprägnierte Fasern zugeführt werden, gedreht wird.
16. Verfahren nach Anspruch 8 oder einem der auf Anspruch 8 rückbezogenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine um die Vorform drehbar angeordnete Wickelvorrichtung verwendet wird.

17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß durch die Wickelvorrichtung mehrere Fasergruppen getrennt zugeführt werden.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die getrennten Fasergruppen eine gemeinsame Imprägniervorrichtung durchlaufen.
19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß jede Fasergruppe eine speziell ihr zugeordnete Imprägniereinrichtung durchläuft.
20. Vorrichtung zum Imprägnieren von Fasermaterial, zum Beispiel Faserbündeln, Fasersträngen, Geweben oder Fasermatten, wobei die Vorrichtung einen Zuführkörper mit Öffnungen für die Zufuhr eines Imprägniermittels aufweist, weiterhin eine Transporteinrichtung aufweist, um das Fasermaterial durch die Vorrichtung bzw. an dem Zuführkörper vorbei zu bewegen, und Einrichtungen für die Zufuhr von Imprägniermittel zu dem Zuführkörper aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Zuführkörper aus einem im wesentlichen homogenen, porösen Körper besteht, der für das Imprägniermittel durchlässig ist.
21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungswiderstand des Zuführkörpers (1) für das Imprägniermittel größer ist als der Strömungswiderstand des Fasermaterials (2) senkrecht zu der Berührungsfläche des Zuführkörpers.
22. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Porenöffnungen im Mittel einen kleineren Durchmesser als 0,2 mm haben.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des porösen Körpers in Bewegungsrichtung des Fasermaterials mindestens 5 mm beträgt.
24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche des porösen Körpers als Oberfläche mit geringer Reibung für das Fasermaterial ausgebildet ist.
25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche des Zuführkörpers poliert ist.

26. Vorrichtung nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche des Zuführkörpers mit einem Gleitmaterial beschichtet, zum Beispiel galvanisiert ist.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke des porösen Materials groß gegen die Dicke des Fasermaterials ist und vorzugsweise mindestens das Doppelte von dieser beträgt.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß ein von der Außenseite mit Imprägnierfluid beaufschlagbarer Hohlkörper vorgesehen ist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper in Faserlaufrichtung eine konkav gekrümmte Eintrittsöffnung aufweist.
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche des porösen Körpers konkav gekrümmmt ist.
31. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktfläche des Zuführkörpers mindestens teilweise als Zylinderfläche ausgebildet ist.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß stromabwärts von dem Zuführkörper Abstreifeinrichtungen an einer oder beiden Seiten des Fasermaterials vorgesehen sind.
33. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß der Zuführkörper bzw. dessen Kontaktfläche dafür ausgelegt ist, sich in Richtung des Fasermaterials mit einer Geschwindigkeit zu bewegen, die von der Bewegungsgeschwindigkeit des Fasermaterials abweicht.
34. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der permeable Körper aus einem mehrschichtigen Gewebematerial besteht, wobei der Durchmesser der Öffnungen in den einzelnen Gewebeschichten bis zu 3 mm beträgt.
35. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Vorschubeinrichtung für eine relativ zu der Imprägniervorrichtung in Längsrichtung bewegbare Vorform aufweist, auf welche imprägnierte Fasern aufzubringen sind.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine Rotationsvorrichtung für die Vorform vorgesehen ist, welche eine Drehung der Vorform relativ zu der Imprägniereinrichtung für die Fasern aufweist.
37. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß eine Imprägniereinrichtung gemeinsam mit einer Faserzuführeinrichtung drehbar um die Vorform angeordnet ist.
38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Faserzuführer einrichtungen unabhängig oder gemeinsam um eine Vorform drehbar vorgesehen sind.
39. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserzufuhreinrichtungen je eine getrennte, mit der Faserzufuhreinrichtung drehbare Imprägniereinrichtung aufweisen.
40. Vorrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Faserzufuhreinrichtungen eine gemeinsame Imprägniereinrichtung aufweisen.
41. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 38 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Imprägniereinrichtung(en) über mindestens eine Drehdurchführung mit dem Imprägnierfluid beaufschlagt werden.
42. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß der poröse bzw. permeable Körper ein Verhältnis Länge zu Durchmesser der Fluidzuführkanäle aufweist, welches im Bereich von 0,1 bis 1000, vorzugsweise von 1 bis 1000, und insbesondere im Bereich von 10 bis 500 liegt.

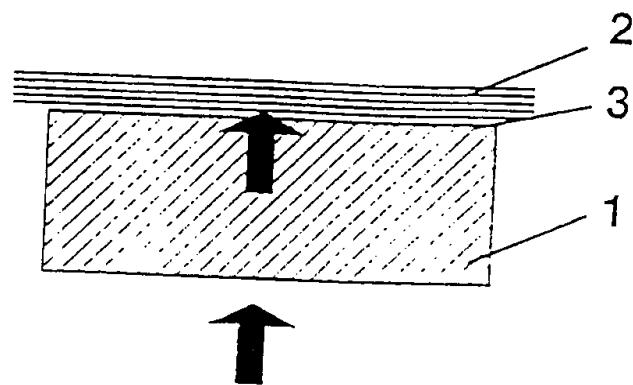


Fig. 1

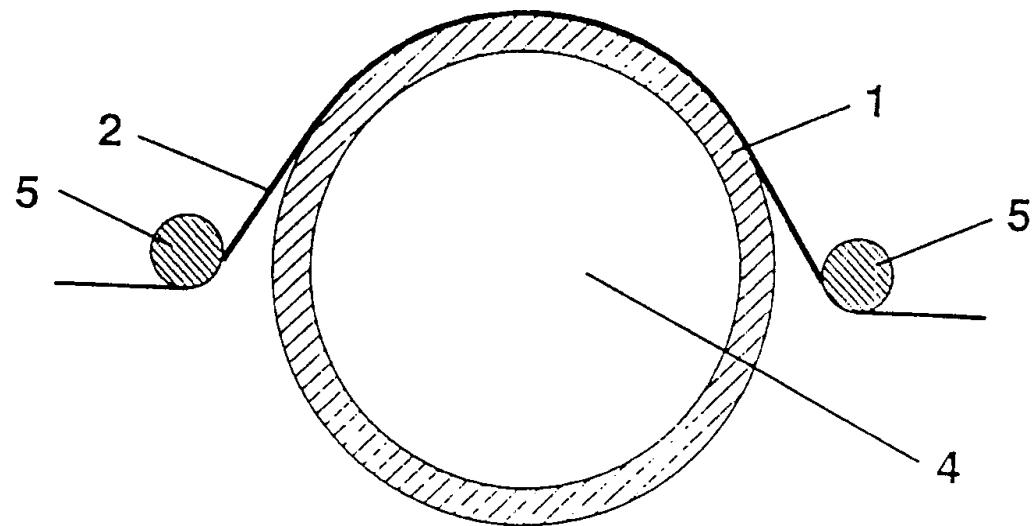


Fig. 3

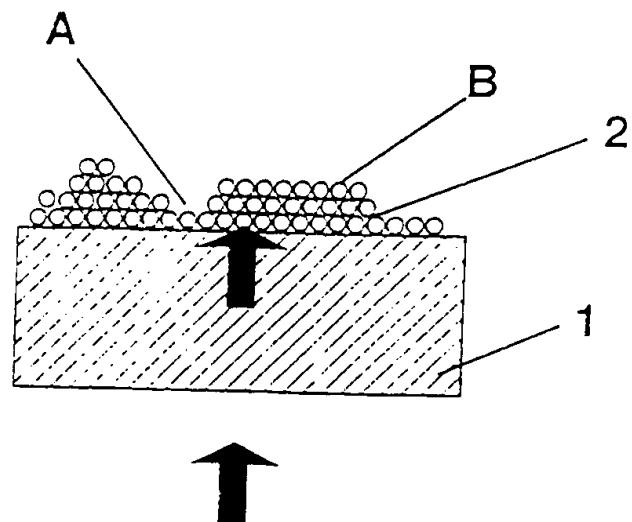


Fig. 2

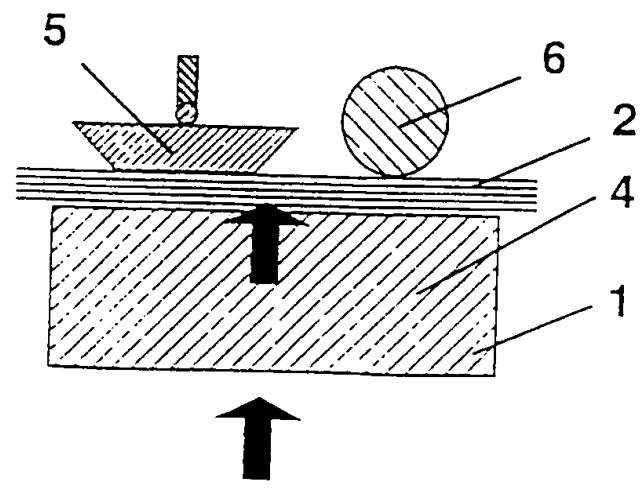
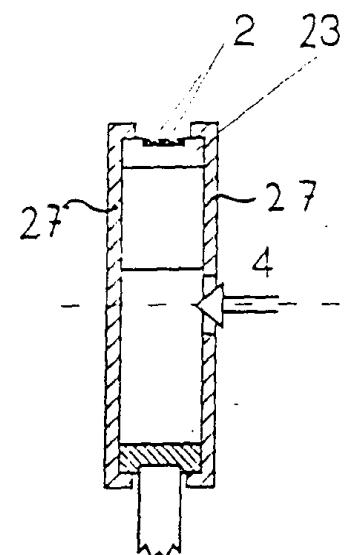
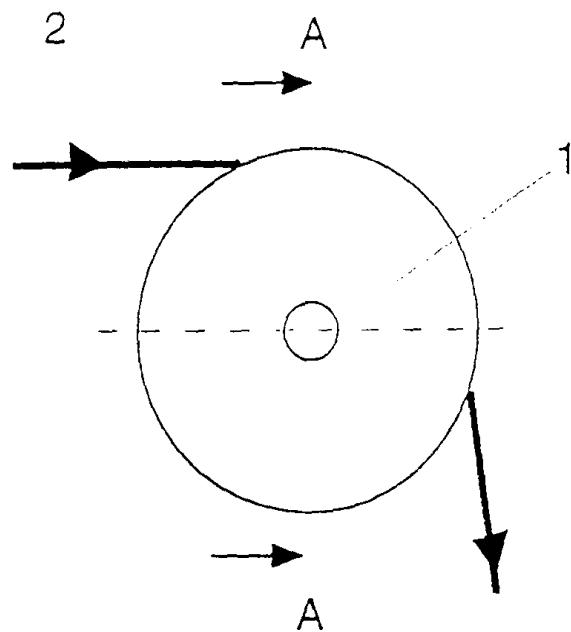


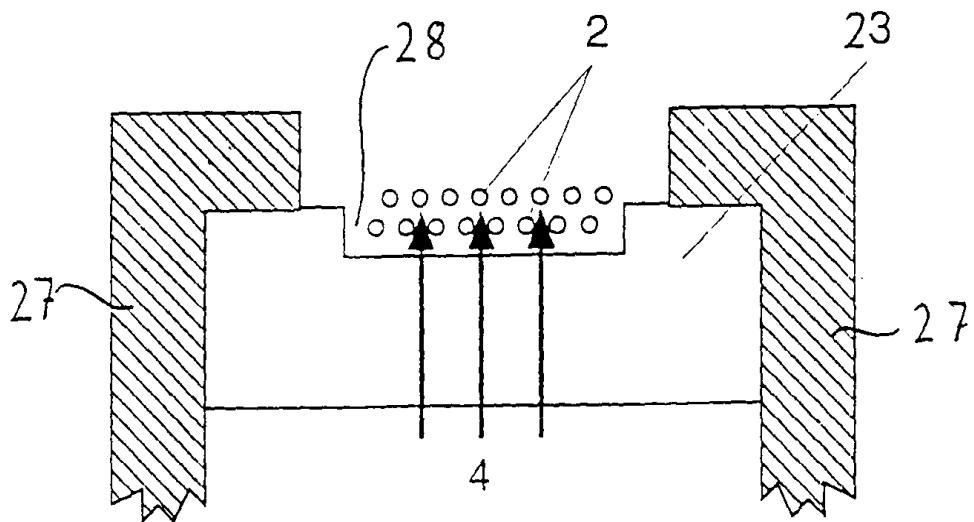
Fig. 4



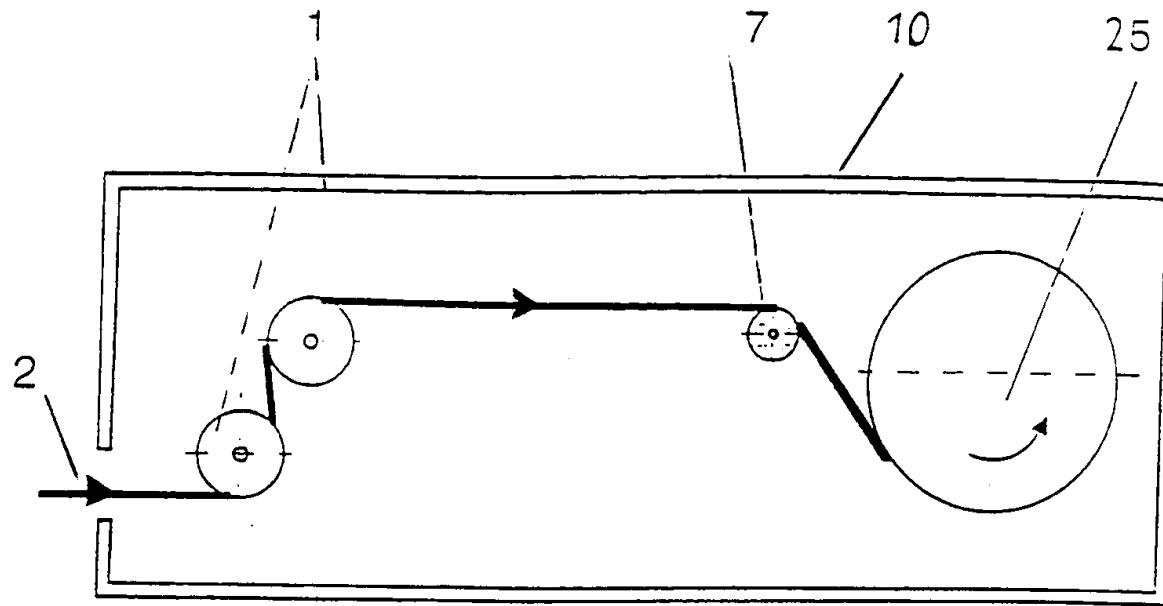
Schnitt A-A

Figur 5

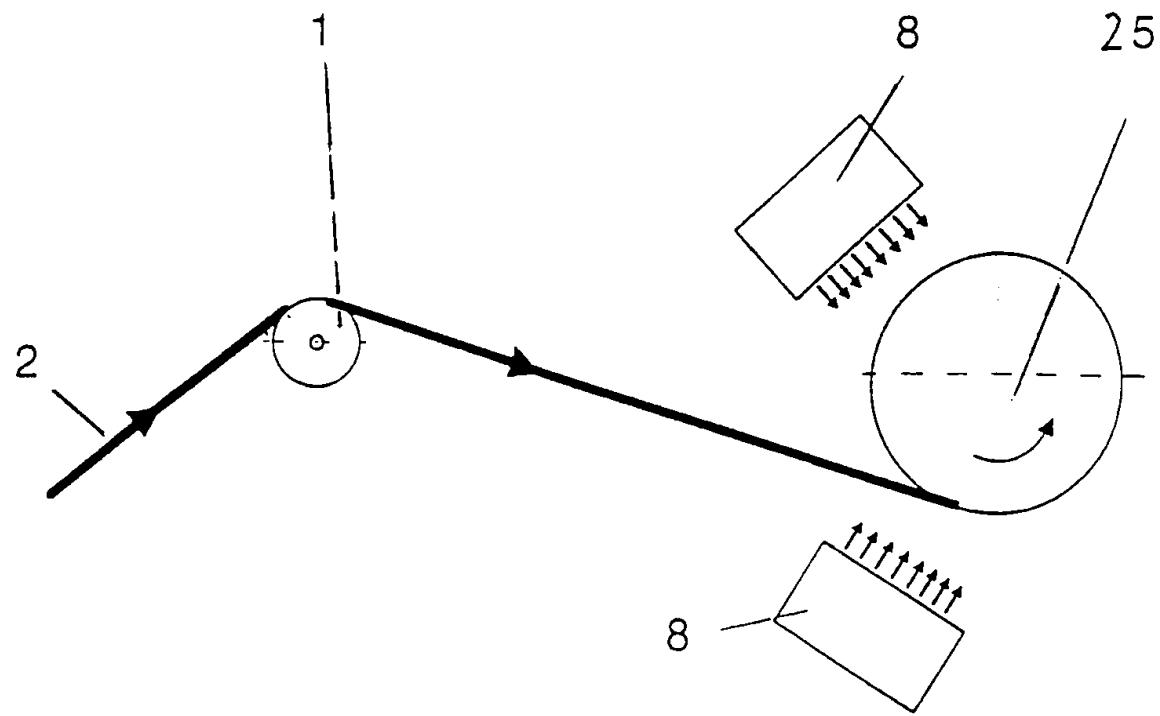
Figur 6



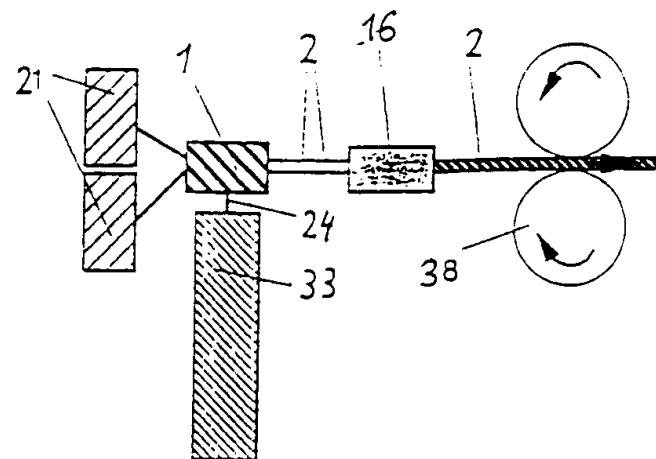
Figur 7



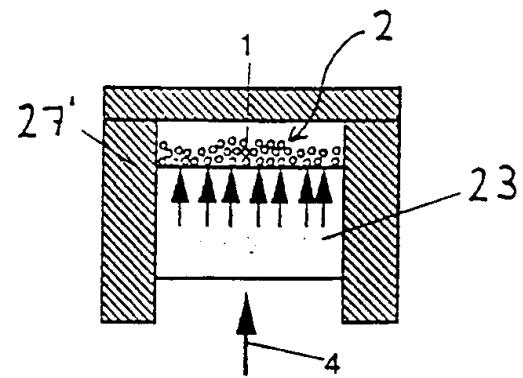
Figur 8



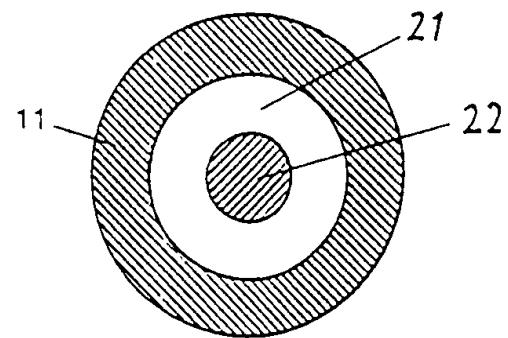
Figur 9



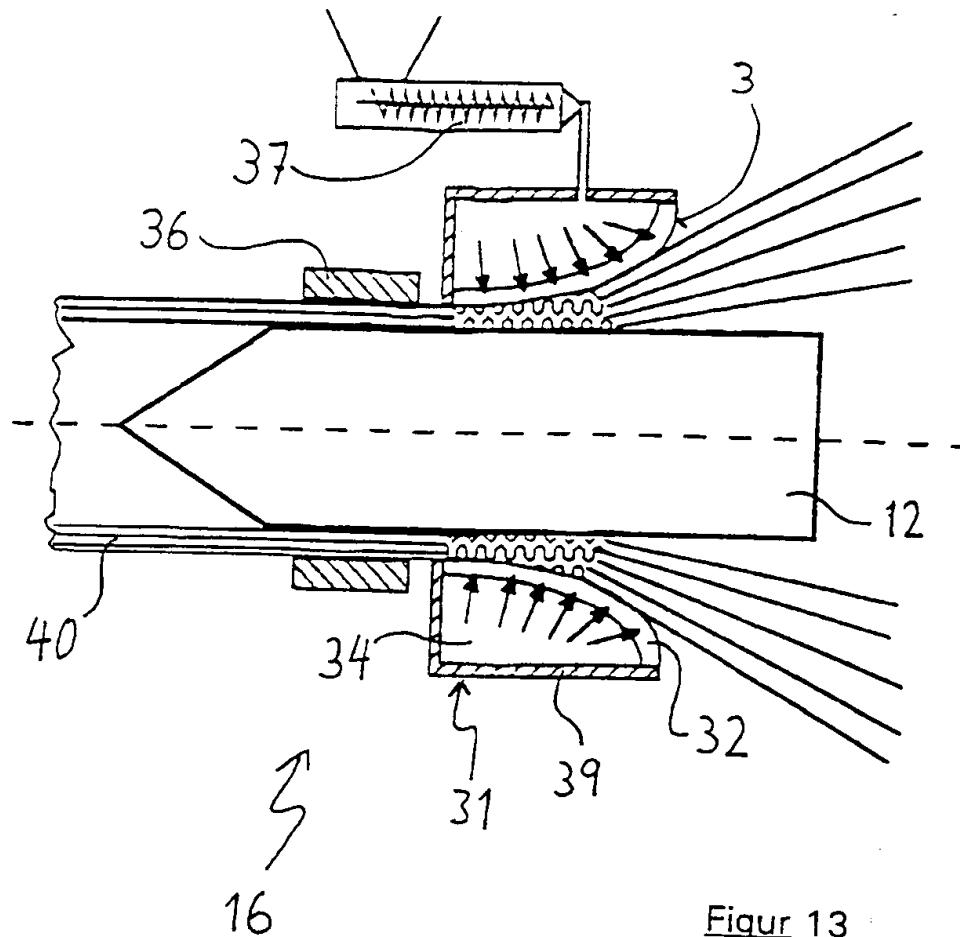
Figur 10



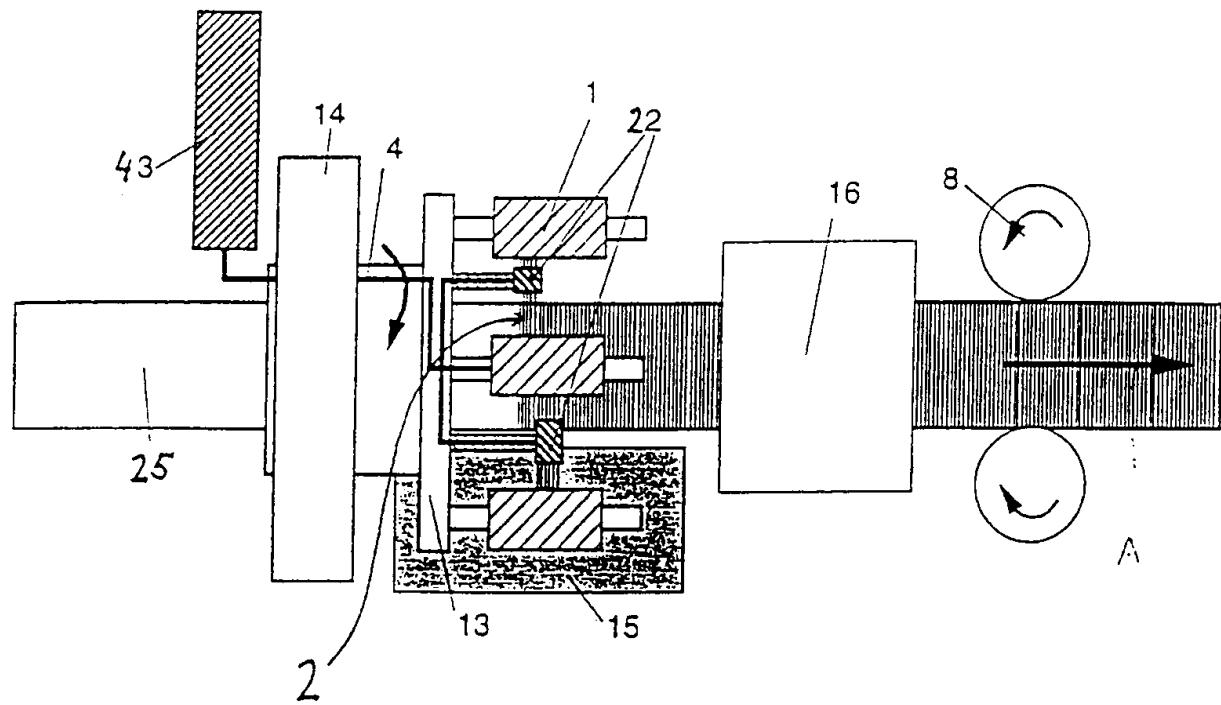
Figur 11



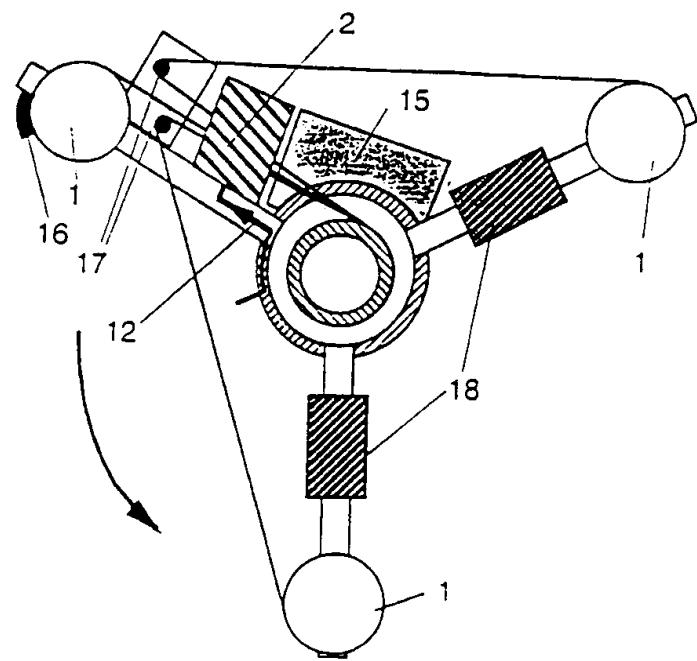
Figur 12



Figur 13



Figur 14



Figur 16

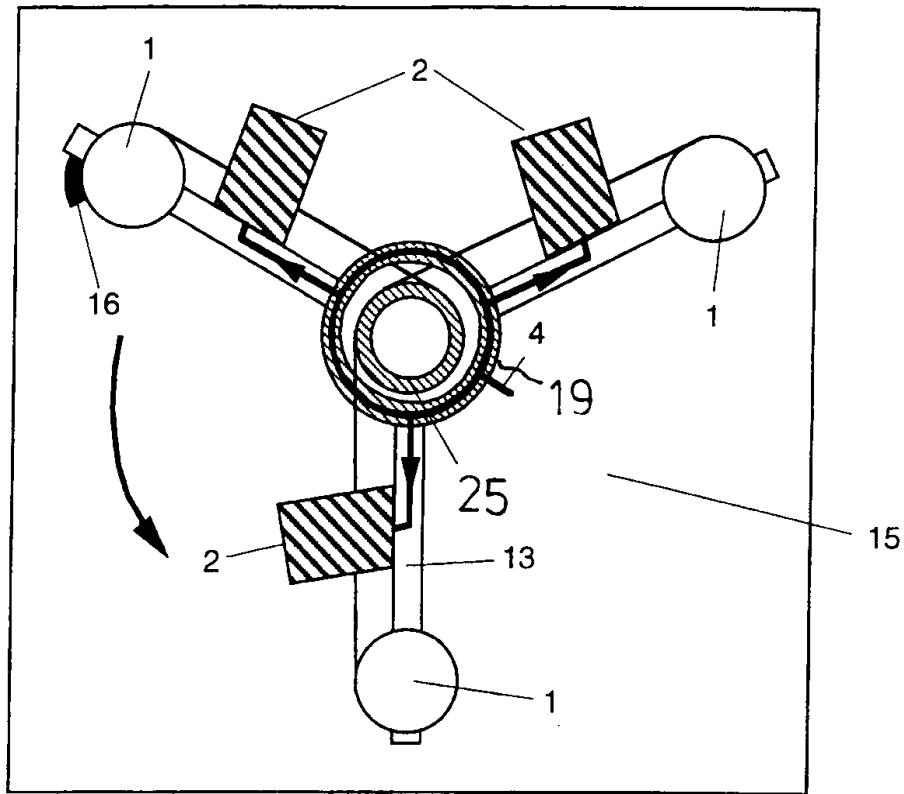


Fig. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/DE 98/03361

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B29B15/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B29B B29C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 046 (M-360), 27 February 1985 & JP 59 184615 A (MITSUBISHI RAYON KK), 20 October 1984 see abstract ---	1-4, 6, 7, 20-23, 27, 30, 31, 42
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 7817 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A88, AN 78-31227A XP002097026 & JP 53 028780 A (SHIKISHIMA BOSEKI) , 17 March 1978 see abstract ---	1, 20 -/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority, claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 March 1999	29/03/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Van Wallene, A

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...ional Application No

PCT/DE 98/03361

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 95 25000 A (SHELL INT RESEARCH ; VLUG MARC ANDREW (NL)) 21 September 1995 see claims; figures -----	1-42

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

oral Application No

PCT/DE 98/03361

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9525000	A 21-09-1995	AT	172140 T	15-10-1998
		AU	2109895 A	03-10-1995
		BR	9507071 A	09-09-1997
		CN	1143925 A	26-02-1997
		DE	69505366 D	19-11-1998
		EP	0756537 A	05-02-1997
		ES	2122667 T	16-12-1998
		FI	963629 A	13-09-1996
		JP	9510157 T	14-10-1997
		US	5798068 A	25-08-1998
		ZA	9502115 A	07-12-1995

<b>A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> <b>IPK 6 B29B15/12</b>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>IPK 6 B29B B29C</b>		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie <sup>2</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 046 (M-360), 27. Februar 1985 & JP 59 184615 A (MITSUBISHI RAYON KK), 20. Oktober 1984 siehe Zusammenfassung ---	1-4, 6, 7, 20-23, 27, 30, 31, 42
X	DATABASE WPI Section Ch, Week 7817 Derwent Publications Ltd., London, GB; Class A88, AN 78-31227A XP002097026 & JP 53 028780 A (SHIKISHIMA BOSEKI) , 17. März 1978 siehe Zusammenfassung ---	1, 20 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen		<input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie
<input checked="" type="checkbox"/> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : " A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist " E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmelde datum veröffentlicht worden ist " L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) " O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht " P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmelde datum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. März 1999		29/03/1999
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Van Wallene, A

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

nationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03361

**C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie:	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 95 25000 A (SHELL INT RESEARCH ;VLUG MARC ANDREW (NL)) 21. September 1995 siehe Ansprüche; Abbildungen -----	1-42
1		

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Ortales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03361

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 9525000	A	21-09-1995	AT AU BR CN DE EP ES FI JP US ZA	172140 T 2109895 A 9507071 A 1143925 A 69505366 D 0756537 A 2122667 T 963629 A 9510157 T 5798068 A 9502115 A	15-10-1998 03-10-1995 09-09-1997 26-02-1997 19-11-1998 05-02-1997 16-12-1998 13-09-1996 14-10-1997 25-08-1998 07-12-1995